

気体の内部エネルギー

() 組 () 番 氏名 ()

理想気体の分子運動論よりの結論

気体の温度 $T = []$ 分子速度 $v = []$

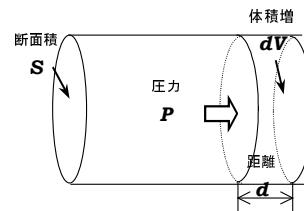
分子の運動エネルギー $\frac{1}{2}mv^2 = []$ (ただし、ボルツマン定数 $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23} [\text{J/K}]$)

気体の内部エネルギー → 気体分子の運動エネルギーの総和を「気体の内部エネルギー」という

単原子分子理想気体の内部エネルギー → $U = []$ である。

※参考※ 2 原子分子理想気体の内部エネルギー → $U = \frac{5}{2}nRT$

気体が外部にする仕事 「力=圧力×面積」、「仕事=力×距離」の公式

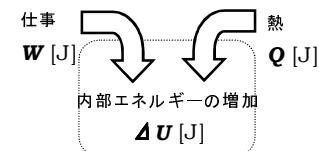


内部エネルギーの変化 内部エネルギーは気体の温度により決まる。

熱力学第1法則 → いわゆる「エネルギー保存の法則」のことを意味する

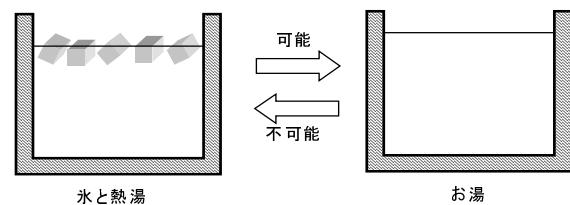
気体の内部エネルギーの変化 ΔU 、気体が外部から貰った熱 Q 、気体が外部からされた仕事 W とする。気体が受け取ったエネルギー(外部からもらった熱 Q と外部からされた仕事 W)が内部エネルギー増加量 ΔU になるので、

→ $[]$ が成立する。



熱力学第2法則 → 外部からのエネルギーを与えない限り「熱は高温から低温にのみ伝わる」

容器に入ったお湯があるが、そのお湯の一方の熱を他方に与えた場合、「熱を奪われたお湯を氷に、熱を貰ったお湯が熱湯とする」ことは熱力学第1法則(エネルギー保存の法則)には反しないけれど実行は不可能である。このようなことを支配する法則を「熱力学第2法則」という。



気体の変化のタイプ

定圧変化 []

定積変化 []

等温変化 []

断熱変化 []

※ 全ての場合において状態方程式 $PV = nRT$ は成立する。

理想気体の分子運動論よりの結論

気体の温度 $T = \frac{1}{3} \frac{N_A}{R} m v^2$

分子速度 $v = \sqrt{\frac{3RT}{N_A m}}$

分子の運動エネルギー $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} kT$ (ただし、ボルツマン定数 $k = \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23}$ [J/K])

気体の内部エネルギー → 気体分子の運動エネルギーの総和を「**気体の内部エネルギー**」という

単原子分子理想気体の内部エネルギー → $U = \frac{1}{2} m v^2 \times n N_A = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T \times n N_A = \frac{3}{2} n R T$ である。

※参考※ **2 原子分子理想気体の内部エネルギー** → $U = \frac{5}{2} n R T$

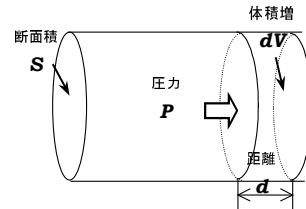
気体が外部にする仕事 「力=圧力×面積」、「仕事=力×距離」の公式

気体が外部にする仕事 = 力 × 距離 だから、力 $F = PS$ と書ける。

ピストンが d 右に動いたとき、気体がした仕事は $W = Fd$ より、 $W = PSd$ だから、 Sd が体積増加量 ΔV と書きなおせる。

気体が外部にする仕事 = 気体の圧力 × 体積の増加量 → $W = P dV$

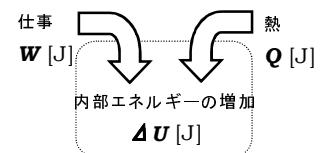
※注意※ 気体が外部からされた仕事 → $W = -P dV$



内部エネルギーの変化 内部エネルギーは気体の温度により決まる。したがって、気体の温度変化があるとき、気体の内部エネルギーも変化する。気体の温度が T [K]から $T + \Delta T$ [K]に変化したとき、 n モルの単原子分子理想気体の内部エネルギーの変化は 公式 $U = \frac{3}{2} n R T$ より、 $\Delta U = \frac{3}{2} n R (T + \Delta T) - \frac{3}{2} n R T = \frac{3}{2} n R \Delta T$ となる。

熱力学第1法則 → いわゆる「**エネルギー保存の法則**」のことを意味する

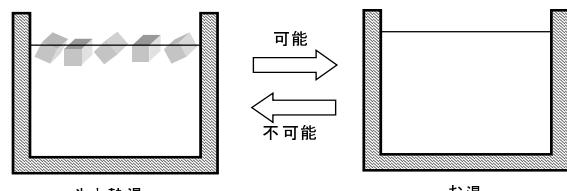
気体の内部エネルギーの変化 ΔU 、気体が外部から貰った熱 Q 、気体が外部からされた仕事 W とする。気体が受け取ったエネルギー(外部からもらった熱 Q と外部からされた仕事 W)が内部エネルギー増加量 ΔU になるので、



→ $\Delta U = Q + W$ が成立する。

熱力学第2法則 → 外部からのエネルギーを与えない限り「**熱は高温から低温にのみ伝わる**」

容器に入ったお湯があるが、そのお湯の一方の熱を他方に与えた場合、「**熱を奪われたお湯を氷に、熱を貰ったお湯が熱湯とする**」ことは**熱力学第1法則(エネルギー保存の法則)**には反しないけれど実行は不可能である。このようなことを支配する法則を「**熱力学第2法則**」という。

**気体の変化のタイプ**

定圧変化 気体の圧力を一定にするように変化させる。温度と体積が変化する。

定積変化 体積を一定に保つように変化させる。温度と圧力が変化する。

等温変化 温度を一定に保つように変化させる。圧力と体積が変化するが内部エネルギーは一定に保たれる。

断熱変化 外部との熱のやり取りを絶ち変化させる。圧力、体積、温度ともに変化する。

※ 全ての場合において状態方程式 $PV = nRT$ は成立する。